

This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the  
Image Problem Mailbox.**

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**



013449091 \*\*Image available\*\*

WPI Acc No: 2000-621034/ 200060

Organic electro luminescent element for light emitting element, contains  
chiral compound in any one of hole injection, hole transportation,  
luminescent, electron transportation or electron injection layers

Patent Assignee: SANYO ELECTRIC CO LTD (SAOL )

Number of Countries: 001 Number of Patents: 001

Patent Family:

Patent No Kind Date Applicat No Kind Date Week

JP 2000195673 A 20000714 JP 98370801 A 19981225 200060 B

Priority Applications (No Type Date): JP 98370801 A 19981225

Patent Details:

Patent No Kind Lan Pg Main IPC Filing Notes

JP 2000195673 A 15 H05B-033/20

Abstract (Basic): JP 2000195673 A

**NOVELTY** - The organic electro luminescent element (9) is composed  
of a hole injection layer, hole transportation layer (3), luminescent  
layer (4), electron transportation layer (5) or electron injection  
layer. A chiral compound is contained in any one of the layers.

**DETAILED DESCRIPTION** - An **INDEPENDENT CLAIM** is also included for  
light emitting element which has light emission part. An optical  
wavelength converter which performs transformation of wavelength of  
light emitted from light emission part is provided in the light  
emitting element. The chiral compound is contained in the optical  
wavelength converter. The transformation of wavelength is performed by  
electronic excitation of chiral compound.

**USE** - For light emitting element (claimed).

**ADVANTAGE** - Physical changes such as aggregation of molecule are  
prevented. Life span and preservation stability of light emitting  
element are increased. The absorption loss by circular polarized light  
source is reduced.

**DESCRIPTION OF DRAWING(S)** - The figure shows sectional view of  
structure of organic electro luminescent element.

Transparent substrate (1)

Hole transportation layer (3)

Luminescent layer (4)

Electron transportation layer (5)

Protective layer (7)

Organic electro luminescent layer (8)

Organic luminescent element (9)

pp; 15 DwgNo 2/8

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2000-195673

(P2000-195673A)

(43) 公開日 平成12年7月14日 (2000.7.14)

(51) Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テーマコード (参考)
H 0 5 B 33/20		H 0 5 B 33/20	2 H 0 4 9
C 0 9 K 11/06	6 9 0	C 0 9 K 11/06	6 9 0 3 K 0 0 7
G 0 2 B 5/30		G 0 2 B 5/30	
H 0 5 B 33/14		H 0 5 B 33/14	A
33/22		33/22	Z
審査請求 未請求 請求項の数15 O L (全 15 頁)			

(21) 出願番号 特願平10-370801

(22) 出願日 平成10年12月25日 (1998. 12. 25)

(71) 出願人 000001889

三洋電機株式会社

大阪府守口市京阪本通 2 丁目 5 番 5 号

(72) 発明者 藤井 祐行

大阪府守口市京阪本通 2 丁目 5 番 5 号 三

洋電機株式会社内

(74) 代理人 100095382

弁理士 目次 誠

F ターム (参考) 2H049 BA02 BA03 BA07 BB03 BB41

3K007 AB00 AB05 AB11 BA06 BB06

CA01 CB01 DA01 DB03 EA04

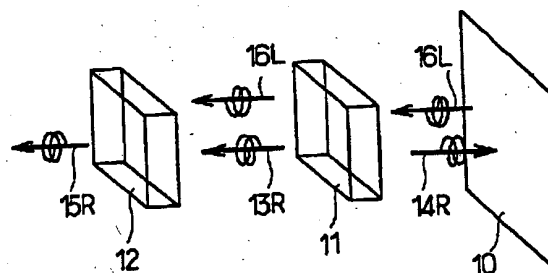
EB00 FA01

(54) 【発明の名称】 有機エレクトロルミネッセント素子及び発光素子

(57) 【要約】

【課題】 発光層などにおいて分子の凝集などの物理的変化が起こり難く、保存耐久性や連続発光時の素子の寿命が向上すると共に、偏光成分からなる発光を得ることができる有機エレクトロルミネッセント素子などの発光素子を得る。

【解決手段】 キラル化合物の発光作用及び/または電子励起過程による光波長変換作用を利用し、キラル化合物の鏡像異性体のうち、一方の鏡像異性体を他方の鏡像異性体よりも過剰に含有させるか、あるいは等量含有したラセミ混合物として含有させることを特徴としている。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 正孔注入層、正孔輸送層、発光層、電子輸送層、電子注入層、及びこれらの層を複合化した複合化層のうちの少なくとも1つの層中にキラル化合物を含有させたことを特徴とする有機エレクトロルミネッセント素子。

【請求項2】 キラル化合物が発光層中に含有されており、キラル化合物の鏡像異性体のうち、一方の鏡像異性体を他方の鏡像異性体よりも過剰に含有することにより、該一方の鏡像異性体に対応した円偏光成分を相対的に多く含む光を出射する請求項1に記載の有機エレクトロルミネッセント素子。

【請求項3】 キラル化合物が発光層中にラセミ混合物として含有されている請求項1に記載の有機エレクトロルミネッセント素子。

【請求項4】 発光部と、該発光部からの出射光の波長を変換する光波長変換部とを備える発光素子において、前記光波長変換部にキラル化合物が含有されており、キラル化合物の電子励起過程により前記発光部からの出射光の波長を変換して出射する発光素子。

【請求項5】 キラル化合物の鏡像異性体のうち、一方の鏡像異性体を他方の鏡像異性体よりも過剰に含有することにより、該一方の鏡像異性体に対応した円偏光成分を相対的に多く含む光に変換される請求項4に記載の発光素子。

【請求項6】 キラル化合物がラセミ混合物として含有されている請求項4に記載の発光素子。

【請求項7】 キラル化合物の発光作用及び／または電子励起過程による光波長変換作用を利用し、かつキラル化合物の鏡像異性体のうち、一方の鏡像異性体を他方の鏡像異性体よりも過剰に含有することにより、前記一方の鏡像異性体に対応した円偏光成分を相対的に多く含む光を出射することを特徴とする発光素子。

【請求項8】 第1のキラル化合物の発光作用及び／または電子励起過程による光波長変換作用を利用し、かつ第1のキラル化合物の鏡像異性体のうち、一方の鏡像異性体を他方の鏡像異性体よりも過剰に含有することにより、前記一方の鏡像異性体に対応した円偏光成分を相対的に多く含む光を出射する光源部と、前記光源部からの出射光が素子外部に取り出されるまでの経路の途中に設けられ、かつ前記光源部から出射される前記円偏光成分を選択的に透過し、逆方向の円偏光成分を選択的に吸収するように、第2のキラル化合物の鏡像異性体のうち、一方の鏡像異性体を他方の鏡像異性体よりも過剰に含有する光学フィルター部とを備える発光素子。

【請求項9】 光源部において相対的に多く含有される第1のキラル化合物の鏡像異性体と、光学フィルター部において相対的に多く含有される第2のキラル化合物の鏡像異性体とが、目的波長に対する光旋回性において逆

方向となるように選定されている請求項8に記載の発光素子。

【請求項10】 キラル化合物の発光作用及び／または電子励起過程による光波長変換作用を利用し、かつキラル化合物の鏡像異性体のうち、一方の鏡像異性体を他方の鏡像異性体よりも過剰に含有することにより、前記一方の鏡像異性体に対応した円偏光成分を相対的に多く含む光を出射する光源部と、

前記光源部の光出射側に設けられ、前記光源部から出射される前記円偏光成分を選択的に透過する円偏光手段とを備える発光素子。

【請求項11】 前記円偏光手段により、外部光は光源部に入射するが、光源部からの反射光は外部に出射しないように遮蔽される請求項10に記載の発光素子。

【請求項12】 前記円偏光手段が、直線偏光板と1/4波長板とで構成されている請求項10または11に記載の発光素子。

【請求項13】 キラル化合物の発光作用及び／または電子励起過程による光波長変換作用を利用し、かつキラル化合物の鏡像異性体のうち、一方の鏡像異性体を他方の鏡像異性体よりも過剰に含有することにより、前記一方の鏡像異性体に対応した円偏光成分を相対的に多く含む光を出射する光源部と、

前記光源部から出射される出射光の特定の波長成分を選択的に透過する波長選択手段とを備える発光素子。

【請求項14】 前記キラル化合物が、らせん状の立体構造を有するヘリセン誘導体、またはヘリセン誘導体を構造の一部に有する化合物である請求項1～13のいずれか1項に記載の発光素子。

【請求項15】 キラル化合物の鏡像異性体のうち、一方の鏡像異性体を他方の鏡像異性体よりも過剰に含有することにより、該一方の鏡像異性体に対応した円偏光成分を相対的に多く吸収することを特徴とする光学フィルター。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、有機物質の蛍光などの光物性を利用した発光素子に関し、特に有機化合物からなる積層構造薄膜に電界を印加して光を放出する電界発光（エレクトロ・ルミネッセンス：EL）素子に関するものである。

【0002】

【従来の技術】有機エレクトロルミネッセント素子（有機EL素子）は、蛍光性有機化合物を含む薄膜を、陽極と陰極とで挟んだ構成を有し、薄膜に電子及び正孔を注入して再結合させることにより励起子（エキシトン）等の電子励起状態を生成させ、この電子励起状態が失活する際の光の放出（蛍光、燐光、遅延蛍光、エネルギー移動に伴う発光現象等）を利用して発光する素子である。

【0003】有機EL素子の特徴は、10V程度の低電

圧で、 $100\sim 10000\text{cd/m}^2$  程度の高輝度の面発光が可能であり、また蛍光性有機化合物の種類を選択することにより青色から赤色までの任意の色彩で発光が可能なことである。

【0004】一方、有機EL素子の問題点としては、

(1) 連続発光時の素子の寿命が短く、保存耐久性、信頼性が低いこと、(2) 外部から照射された光が、陰極(または陽極)で反射され易く、ディスプレイとして明るい場所を用いる場合にコントラストが低下する場合があること、(3) 液晶ディスプレイや、立体画像表示ディスプレイの光源として用いる場合に有用な偏光成分からなる発光を得られ難いこと、などが挙げられる。

【0005】問題点(1)の原因としては、有機化合物に物理的变化や、光化学的变化または電気化学的变化が起こることなどが挙げられる。物理的变化の具体例としては、通電による温度上昇や経年変化により結晶ドメインの成長などが起こり、有機化合物層内で不均一化が生じ、素子の電荷注入能の劣化、短絡や絶縁破壊の原因となることなどがある。特に分子のモル質量 $270\text{g/mol}$ 以下の低分子化合物を用いると、分子相互間に作用する分子間引力が弱くなりすぎ、分子の再配列が起こり易くなる結果、結晶粒の出現や成長が起こり易い傾向が強く、有機EL素子の性能が著しく低下することがある。また、インディウム-錫酸化物等からなる電極の界面が荒れていて平坦でない、と、顕著な結晶粒の出現や成長が起こり易く、発光効率の低下や、電流のリークを起こし、発光しない部分を生じる原因になり易い。

【0006】特に、前記の問題点(1)を解決するため、低分子のアモルファス性化合物や、高分子化合物が検討されている。しかし、低分子化合物は蒸着できるが耐熱性があまり良くない。また、高分子化合物は比較的耐熱性が高いが、蒸着できないので積層構造が採り難く、スピンコート法などで成膜するために残留溶媒や不純物が混入し易く、電極や有機物の劣化が著しいなどのプロセス上に大きな問題がある。従って、これらの問題を改善することが可能な有機化合物の適用が望まれている。

【0007】一方、最近、素子性能の向上を目的として、機能の異なる化合物を2種以上混合した混合層を設けたEL素子が種々提案されている。例えば、特開平2-250292号公報には、輝度、及び耐久性の向上を目的として、正孔輸送能、及び発光機能を有する有機化合物と電子輸送能を有する有機化合物との積層構造の薄膜、あるいは混合体薄膜を発光層に用いる旨が、また特開平2-291696号公報には、正孔輸送機能を有する有機化合物と電子輸送能を有する蛍光有機化合物との混合体薄膜を発光層に用いる旨が提案されている。

【0008】さらに、特開平4-178487号公報、及び特開平5-78655号公報には、有機発光体薄膜層の成分が有機電荷輸送材料と有機発光材料の混合物か

らなる薄膜層を設け、濃度消光を防止して発光材料の選択幅を広げ、高輝度なフルカラー素子とする旨が提案されている。

【0009】また、有機化合物層に混合されるドーパントとして、ルブレン(すなわち 5,6,11,12-Tetraphenyl naphthalene)を用いたものが提案されている。ルブレン分子の構造は、特開平8-231951号公報の化5などに示されている。

【0010】ルブレンをドーパ(添加)したものとしては、トリフェニルジアミン誘導体(TPD)からなる正孔輸送層にルブレンをドーパした黄色に発光する素子が提案されており、輝度半減期が大きく向上することが報告されている〔藤井、佐野、藤田、浜田、柴田、第59回応用物理学学術講演会講演予稿集、29p-ZC-7(1993)及びIEICE Trans. Electron., Vol.E81-C(7), pp.1034-1040(1998)を参照されたい〕。

【0011】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上記従来の有機EL素子は、連続発光時の素子の寿命や耐熱性などの点で十分に満足できるものではなかった。

【0012】また、上記従来の有機EL素子などの発光素子においては、発光素子の内部で放出された光が外部に取り出されるまでに、電荷輸送材料や発光材料によって吸収されるが、従来はこのような電荷輸送材料や発光材料による発光の吸収は無視されており、このような光吸収による損失を低減するための提案は成されていない。

【0013】また、液晶ディスプレイや、立体画像表示システムなどにおいては、光の偏光成分が用いられるが、このような偏光成分は一般に偏光板等を用いることにより取り出されており、光源自体が特定の偏光成分を発光するような光源についての検討は成されていない。

【0014】本発明の第1の目的は、特に物理的变化や光化学的变化などの少ない光電子機能を有する有機化合物を電荷輸送材料、発光材料、及び波長変換材料として用い、保存耐久性、信頼性及び発光効率が高く、かつ種々の発光色を発光することが可能な発光素子を提供することにある。特に、素子駆動時の電圧上昇や電流のリーク、部分的な非発光部の出現や成長を抑えることができる信頼性の高い発光素子を提供することにある。

【0015】本発明の第2の目的は、発光素子の内部で放出された光が外部に取り出されるまでに、電荷輸送材料や発光材料によって吸収され難い、新たな発光素子の構造を提供することにある。また、発光素子の外部から入射した光が、陰極(または陽極)で反射されても、発光素子の外部に出射され難い構造とすることにより、ディスプレイとして明るい場所を用いる場合においてもコントラストが低下し難い発光素子において、発光素子内部での光の利用効率を高めることができる新たな発光素子の構造を提供することにある。

【0016】本発明の第3の目的は、液晶ディスプレイや立体画像表示システムなどの光源として有用な、特定の偏光成分を優先的に発光することができる発光素子を提供することにある。

【0017】

【課題を解決するための手段】請求項1に記載の発明の有機EL素子は、正孔注入層、正孔輸送層、発光層、電子輸送層、電子注入層、及びこれらの層の2つ以上を複合化した複合化層のうちの少なくとも1つの層中にキラル化合物を含有させたことを特徴としている。

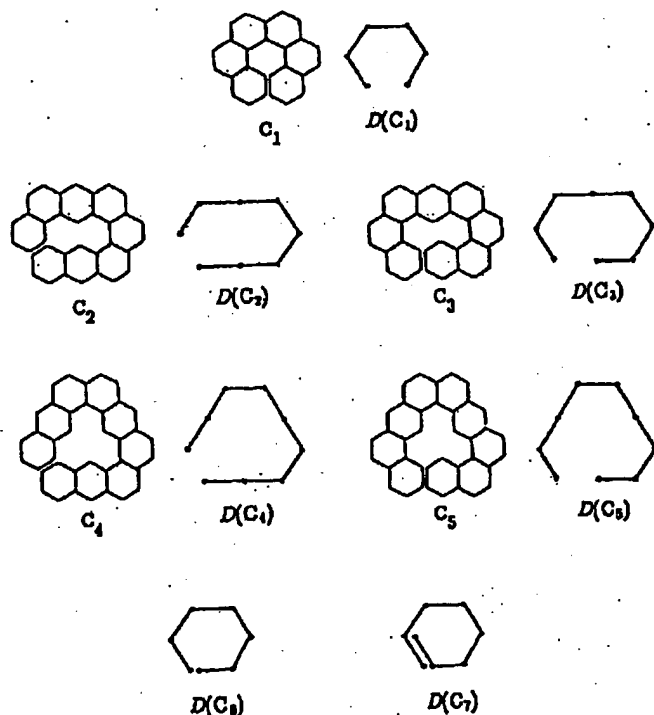
【0018】キラル化合物とは、分子内対称性を持たない不斉分子化合物であり、一对の鏡像異性体が存在する化合物である。一对の鏡像異性体とは、右旋光性の鏡像異性体と左旋光性の鏡像異性体であり、これらが等量含まれているものを一般にラセミ混合物と称している。キラル化合物には、不斉炭素を有している化合物と、分子不斉を有している化合物が一般に知られているが、本発明におけるキラル化合物は、これらの双方を含むものである。

【0019】電荷輸送材料、発光材料及び波長変換材料等として好適なキラル化合物としては、ヘリセン誘導体

を挙げることができる。ヘリセン誘導体は、少なくとも5個の芳香族環が縮合して、らせん状の立体構造を有する化合物またはその誘導体である。本発明における好ましいヘリセン誘導体としては、6～13個の芳香族環が縮合して、らせん状の立体構造を有するヘリセン誘導体を挙げることができる。具体的には、6個の芳香族環が縮合して、らせん状の立体構造を有するヘキサヘリセンまたはその誘導体、9個の芳香族環が縮合して、らせん状の立体構造を有するノナヘリセンまたはその誘導体、13個の芳香族環が縮合して、らせん状の立体構造を有するトリデカヘリセンまたはその誘導体を挙げることができる。ヘリセン誘導体としては、ベンゼンとフラン、ピリジン、ピロール等のヘテロ環との共縮合環からなる化合物であるヘテロヘリセン類を用いることもできる。本発明において用いるヘリセン誘導体は、その芳香族環に種々の置換基が付いたものであってもよい。また、本発明において用いるキラル化合物は、ヘリセン誘導体を構造の一部に有する化合物であってよい。代表的なヘリセン誘導体の骨格を化1に示す。

【0020】

【化1】



【0021】ヘリセン誘導体については、例えば、Richard Henri Martin (Universite Libre de Bruxelles, Belgium) による *Angew. Chem. Internat. Edit.*, 13(10), pp.649-660(1974)や、J. Brunvoll (University of Trondheim, Norway) による *Top. Curr. Chem.*, Vol.125 (Stereochemistry), pp.63-130(1984)や、Kenneth K. Laali (Kent State University, USA) による *J. Chem. Soc.*

*c.*, *Perkin Trans. 2*, pp.1303-1308(1984)や、*Structural Chemistry*, Vol.7(2), pp.119-130(1996)や、後述する公開特許公報などに記載されている。本発明のヘリセン誘導体の合成方法としては、特に制限はないが、例えば、Wittig反応やSiegrist反応により合成した1,2-diarylethylenes、bis(arylviny)arenes等を光環化することなどにより得ることができる。

【0022】ヘリセン誘導体に関しては、光を短波長に変換する非線形光学材料としてヘリセン誘導体を用いることが従来より提案されている（例えば、特開平5-100265号公報、特開平5-27281号公報、特開平5-27282号公報、特開平5-273613号公報、特開平5-273614号公報など）。しかしながら、ヘリセン誘導体を電荷輸送材料及び発光材料や、電子励起過程により一次光のピークよりも長波長側にピークを有する二次光に変換する波長変換材料に使用する例は従来より知られていない。

【0023】本発明に用いることのできるキラル化合物の例は、例えばRyoji Noyori (Nagoya University, Japan)らによる Bull. Chem. Soc. Jpn., Vol.68(1), pp.36-55(1995)などに例示されている。

【0024】請求項2に記載の発明は、請求項1に記載の有機EL素子の発光層中にキラル化合物が含有されており、キラル化合物の鏡像異性体のうち、一方の鏡像異性体を他方の鏡像異性体よりも過剰に含有することにより、該一方の鏡像異性体に対応した円偏光成分を相対的に多く含む光を出射することを特徴としている。請求項2に記載の発明においては、キラル化合物の鏡像異性体のうち、一方の鏡像異性体を他方の鏡像異性体よりも過剰に含有することにより、キラル化合物の光学活性を利用している。

【0025】一方の鏡像異性体を他方の鏡像異性体よりも過剰に含有するキラル化合物の合成方法は、一対の鏡像異性体を等量含有するキラル化合物のラセミ混合物である、キラル化合物の(±)一体から、HPLC法などにより光学分割する方法の他、円偏光の照射による光化学反応で光学活性を発現させる絶対不斉合成 (Absolute Asymmetric Synthesis)法などを用いることもできる。絶対不斉合成については、例えば、H. Kagan (Faculte des Sciences, Orsay, France)らによる J. Am. Chem. Soc., Vol. 93(9), pp.2353-2354(1971)や、Melvin Calvin (University of California, USA)らによる J. Am. Chem. Soc., Vol.94(2), pp.494-498(1972)や、Ryoji Noyori (Nagoya University, Japan)らによる Bull. Chem. Soc. Jpn., Vol.68(1), pp.36-55(1995)などに例示されている。

【0026】請求項3に記載の発明では、請求項1に記載の有機EL素子の発光層中にキラル化合物がラセミ混合物として含有されていることを特徴としている。請求項4に記載の発明の発光素子は、発光部と、該発光部からの出射光の波長を変換する光波長変換部とを備えており、光波長変換部にキラル化合物が含有されており、キラル化合物の電子励起過程により発光部からの出射光の波長を変換して出射することを特徴としている。

【0027】このような発光部と光波長変換部とを備える発光素子としては、例えば、特願平8-340979号に開示された波長変換型発光装置や、特開平8-63

119号公報に開示された波長変換型発光装置などを挙げることができる。発光部は、特に限定されるものではなく、例えば、窒化ガリウムや炭化ケイ素などの無機化合物半導体を用いた発光ダイオードなどを発光体として用いることができる。

【0028】請求項5に記載の発明は、請求項4に記載の発明において、キラル化合物の鏡像異性体のうち、一方の鏡像異性体を過剰に含有することにより、該一方の鏡像異性体に対応した円偏光成分を相対的に多く含む光に変換することを特徴としている。

【0029】請求項6に記載の発明は、請求項4に記載の発明において、キラル化合物がラセミ混合物として光波長変換部に含有されていることを特徴としている。請求項7に記載の発明の発光素子は、キラル化合物の発光作用及び/または電子励起過程による光波長変換作用を利用し、かつキラル化合物の鏡像異性体のうち、一方の鏡像異性体を他方の鏡像異性体よりも過剰に含有することにより、該一方の鏡像異性体に対応した円偏光成分を相対的に多く含む光を出射することを特徴としている。

【0030】請求項8に記載の発明の発光素子は、第1のキラル化合物の発光作用及び/または電子励起過程による光波長変換作用を利用し、かつ第1のキラル化合物の鏡像異性体のうち、一方の鏡像異性体を他方の鏡像異性体よりも過剰に含有することにより、該一方の鏡像異性体に対応した円偏光成分を相対的に多く含む光を出射する光源部と、該光源部からの出射光が素子外部に取り出されるまでの経路の途中に設けられ、かつ光源部から出射される円偏光成分を選択的に透過し、逆方向の円偏光成分を選択的に吸収するように、第2のキラル化合物の鏡像異性体のうち、一方の鏡像異性体を他方の鏡像異性体よりも過剰に含有する光学フィルター部とを備えることを特徴としている。

【0031】請求項8に記載の発明において、光源部に含有される第1のキラル化合物と、光学フィルター部に含有される第2のキラル化合物は、同一のキラル化合物であってもよいし、異なる種類のキラル化合物であってもよい。

【0032】請求項9に記載の発明は、請求項8に記載の発明の発光素子において、光学フィルター部が、光源部から出射される円偏光成分を選択的に透過し、逆方向の円偏光成分を選択的に吸収するための具体的な条件を示しており、請求項9に記載の発明においては、光学フィルター部において相対的に多く含有される第2のキラル化合物の鏡像異性体が、目的波長に対する光旋回性において、光源部に相対的に多く含有される第1のキラル化合物の鏡像異性体と逆方向になるように選定されている。

【0033】請求項10に記載の発明の発光素子は、キラル化合物の発光作用及び/または電子励起過程による光波長変換作用を利用し、かつキラル化合物の鏡像異性



体のうち、一方の鏡像異性体を他方の鏡像異性体よりも過剰に含有することにより、該一方の鏡像異性体に対応した円偏光成分を相対的に多く含む光を出射する光源部と、該光源部の光出射側に設けられ、光源部から出射される円偏光成分を選択的に透過する円偏光手段とを備えることを特徴としている。

【0034】請求項11に記載の発明では、請求項10に記載の発明において、円偏光手段により、外部光は光源部に入射するが、光源部からの反射光は外部に出射しないように遮蔽されていることを特徴としている。

【0035】請求項12に記載の発明では、請求項10に記載の発明の発光素子の円偏光手段が、直線偏光板と1/4波長板で構成されていることを特徴としている。1/4波長板は、例えば、複数の複屈折板によって構成することができる。より具体的には、複屈折特性の異なる複数の複屈折板により構成することができる。また、1/4波長板は、直線偏光板の偏光軸に対して45度もしくはそれと同等の傾斜の偏光軸を有するものを用いることができる。

【0036】請求項13に記載の発明の発光素子は、キラル化合物の発光作用及び／または電子励起過程による光波長変換作用を利用し、かつキラル化合物の鏡像異性体のうち、一方の鏡像異性体を他方の鏡像異性体よりも過剰に含有することにより、該一方の鏡像異性体に対応した円偏光成分を相対的に多く含む光を出射する光源部と、該光源部から出射される出射光の特定の波長成分を選択的に透過する波長選択手段とを備えることを特徴としている。

【0037】請求項14に記載の発明では、キラル化合物が、らせん状の立体構造を有するヘリセン誘導体、またはヘリセン誘導体を構造の一部に有する化合物であることを特徴としている。

【0038】請求項15に記載の光学フィルターは、キラル化合物の光学活性を利用した光学フィルターであり、キラル化合物の鏡像異性体のうち、一方の鏡像異性体を他方の鏡像異性体よりも過剰に含有することにより、該一方の鏡像異性体に対応した円偏光成分を相対的に多く吸収することを特徴としている。

【0039】

【作用】本発明の有機EL素子、発光素子、及び光学フィルターにおいては、キラル化合物を電荷輸送材料、発光材料、波長変換材料、または(円偏光)吸収材料として用いている。キラル化合物は、分子表面の形状が複雑であり、分子表面間の相互作用が弱めれているので、分子相互間に作用する分子間引力が強くなりすぎることがなく、分子の凝集などの物理的変化が起こり難い。従って、アモルファス状態のものが結晶化するなどの物理的変化も起こり難い。このため、本発明によれば、保存耐久性や連続発光時の素子の寿命を向上させることができる。

【0040】請求項1に記載の発明においては、正孔注入層、正孔輸送層、発光層、電子輸送層、電子注入層、及びこれらの層を複合化した複合化層のうちの少なくとも1つの層中にキラル化合物を含有させている。キラル化合物は、上述のように分子の凝集などの物理的変化が起こり難いので、有機EL素子の保存耐久性や連続発光時の素子の寿命を向上させることができる。

【0041】キラル化合物は、有機EL素子において、電荷輸送材料や発光材料などとして用いることができる。例えば、正孔注入層、正孔輸送層、電子輸送層、電子注入層、あるいはこれらの複合化層中に含有させ、電荷輸送材料として用いることができる。また、発光層中に含有させ、発光体やドーパントとして用いることができる。

【0042】請求項2に記載の発明では、キラル化合物を発光層中に含有させ、キラル化合物の鏡像異性体のうち、一方の鏡像異性体を他方の鏡像異性体よりも過剰に含有させている。このように、一方の鏡像異性体を過剰に含有させた状態で、キラル化合物を発光体や発光性のドーパントとして用いると、発光される光には、右回り円偏光、または左回り円偏光が過剰に含まれるようになる。右回り円偏光であるか左回り円偏光であるかは、過剰に含有させる鏡像異性体の光旋回性(旋光性)に依存している。従って、このような発光層から出射された光は、右回り円偏光及び左回り円偏光のうちの一方の円偏光成分が優勢となっている。従って、立体画像表示ディスプレイなどの光源として用いる場合に、有用な偏光成分からなる発光を得られ易い発光素子を実現することができる。このような立体画像表示ディスプレイの例としては、特開平9-96780号公報や、特開平8-194190号公報などに開示された立体画像表示システムが挙げられる。また、液晶ディスプレイも偏光を利用しているので、このような液晶ディスプレイの光源としても利用することが可能である。

【0043】特に、キラル化合物の鏡像異性体のうち一方の鏡像異性体を他方の鏡像異性体よりも過剰に含有させると、鏡像異性体のそれぞれが有する誘起効果のベクトルは、打ち消し合う確率が非常に小さくなり、誘起効果は鏡像異性体に隣接する分子だけでなく、分子の集合を単位として合成された誘起効果のベクトルが、その周囲全体の分子に発現するようになる。このようなキラルな誘起効果は、ドメインの成長を抑制するように作用するので、さらに分子の凝集などの物理的変化が起こり難くなり、保存耐久性や連続発光時の素子の寿命を向上させることができる。

【0044】また、発光層から出射した光は、陰極(または陽極)などの反射層に反射された後、再び発光層に入射する。従来は、このような反射光が発光層に入射する際、発光層中の発光材料により再吸収され、このため光損失が生じ、光の利用効率の低下の原因となってい

る。請求項2に記載の発明では、一方の鏡像異性体に対応した円偏光成分を相対的に多く含む光が発生する。該円偏光成分は、反射層によって反射するが、反射の際、円偏光の方向が逆方向になる。この逆方向の円偏光成分は該一方の鏡像異性体に吸収され難いため、反射光の発光層における再吸収を低減させることができる。従って、発光素子内部での光の利用効率を向上させることができる。

【0045】請求項3に記載の発明では、有機EL素子の発光層中にキラル化合物がラセミ混合物として含有されている。発光素子の内部で放出された光は、外部に取り出されるまでの間に、発光素子の発光材料になって再び吸収され、この吸収により光の利用効率が低減する。ラセミ混合物は、一方の鏡像異性体と他方の鏡像異性体を等量含有する混合物である。一方の鏡像異性体から放出された光は該一方の鏡像異性体により吸収されるが、他方の鏡像異性体には吸収され難い。このときの吸光度は、含有濃度に比例する。一対の鏡像異性体を等量含有するラセミ混合物においては、吸収の損失量を決定する各鏡像異性体の含有濃度がそれぞれ $1/2$ となるので、発光材料による吸収の損失を少なくすることができる。

【0046】請求項4に記載の発明では、発光部と光波長変換部とを備える発光素子において、光波長変換部にキラル化合物が含有されており、キラル化合物の電子励起過程により発光部からの出射光の波長が変換して出射される。キラル化合物は、上述のように分子の凝集などの物理的変化が生じ難いので、請求項4に記載の発明によれば、光波長変換部の保存耐久性やその寿命を向上させることができる。この光波長変換部においては、キラル化合物の電子励起過程による光波長変換作用を利用している。従って、発光部で発光した一次光を、一次光のピークよりも長波長側にピークを有する二次光に変換することができる。この点において、キラル化合物を非線形光学材料として利用している従来技術と区別することができる。

【0047】請求項5に記載の発明では、このような光波長変換部に含有させるキラル化合物として、一方の鏡像異性体を過剰に含有したキラル化合物を用いている。一方の鏡像異性体を過剰に含有したキラル化合物を発光材料に用いた場合と同様に、光波長変換部で変換された二次光には、右回り円偏光または左回り円偏光が過剰に含まれるようになり、円偏光の一方の成分が優勢になる。従って、請求項2に記載の発明と同様に、立体画像表示ディスプレイや液晶表示ディスプレイなどにおいて有用なものとすることができる。

【0048】請求項6に記載の発明では、発光素子の光波長変換部にキラル化合物がラセミ混合物として含有されている。従って、請求項3に記載の発明と同様に、分子の凝集などの物理的変化が生じ難く、保存耐久性や素子寿命を向上させることができると共に、光波長変換部

における光の吸収を低減することができ、光の利用効率を高めることができる。

【0049】請求項7に記載の発明では、一方の鏡像異性体を過剰に含有させることにより、キラル化合物の発光作用及び/または光波長変換作用を用いて、一方の円偏光成分を相対的に多く含む光を出射する発光素子としている。従って、請求項2に記載の発明及び請求項5に記載の発明と同様に、偏光成分を利用する立体画像表示ディスプレイなどにおいて有効に用いることができる。

【0050】請求項8に記載の発明では、光源部から出射される円偏光成分を選択的に透過し、逆方向の円偏光成分を選択的に吸収する光学フィルター部が設けられている。従って、光源部から出射された光は光学フィルター部を透過し外部に取り出される。また、光源部が有機EL素子などのように背面に陰極（または陽極）などの反射層を有する場合には、光源部から出射された光はこの反射層で反射され、その円偏光成分の向きが逆方向となる。この逆方向となった円偏光成分は光学フィルター部で吸収される。従って、所定の円偏光成分を高い光学純度で取り出すことができる。

【0051】請求項9に記載の発明では、光学フィルター部の第2のキラル化合物の鏡像異性体として、光源部の第1のキラル化合物の鏡像異性体と目的波長に対する光旋回性が逆方向である鏡像異性体を用いている。このように光源部と光学フィルター部において光旋回性が互いに逆方向である鏡像異性体を用いることにより、光源部からの円偏光成分を選択的に透過し、逆方向の円偏光成分を選択的に吸収するように設定することができる。

【0052】請求項10に記載の発明の発光素子は、キラル化合物の一方の鏡像異性体を過剰に含有することにより、一方の鏡像異性体に対応した円偏光成分を相対的に多く含む光を出射する光源と、該光源から出射される円偏光成分を選択的に透過する円偏光手段が設けられている。従って、請求項8に記載の発明と同様に、光源部の反射層によって反射された逆方向の円偏光成分は円偏光手段によって遮断されるので、所定の偏光成分のみを取り出すことができる。

【0053】また、外部光は円偏光手段を通り入射するが、円偏光手段を通過することにより特定の円偏光成分を有するようになる。この円偏光成分は、光源部の反射層で反射されると逆方向の円偏光成分となるため、円偏光手段を通過することができず、遮蔽される。

【0054】従って、請求項11に記載のように、外部光は光源部に入射するが、光源部からの反射光は外部に出射しないよう遮蔽することができる。従って、明るい場所で使用してもコントラストの低下しない発光素子とすることができる。特開平8-321381号公報及び特開平9-127885号公報には、同様の円偏光手段を設け、外部光は光源部に入射するが、反射光は外部に出射しないよう遮蔽された有機EL素子が開示されている。

るが、これらにおいては本発明のようなキラル化合物が用いられていない。従って、光源部で発生した光は円偏光手段によって一部吸収されてしまい、光の利用効率が低くなるという問題を有している。本発明では、キラル化合物の一方の鏡像異性体を過剰に含有することにより、これに対応した円偏光成分を出射しているため、円偏光手段における出射光の吸収が小さく、上記公報に開示された技術に比べ、光利用効率を高めることができる。

【0055】請求項12に記載の発明では、請求項10に記載の発明における円偏光手段を、直線偏光板と1/4波長板とで構成することにより簡易な構成を実現している。

【0056】請求項13に記載の発明の発光素子は、出射光の特定の波長成分を選択的に透過する波長選択手段が設けられているので、外部光のうちの特定波長成分以外の波長成分が、素子内部に入射するのを妨げることができる。従って、外部光による影響の少ないコントラストの良好な発光素子とすることができる。

【0057】請求項14に記載の発明では、キラル化合物として、ヘリセン誘導体またはヘリセン誘導体を構造の一部に有する化合物を用いているので、電子のエネルギー準位を適切な状態となるように設計し易く、発光素子の電荷輸送層や発光層、波長変換層に用いて、種々の発光色を有する発光素子を実現することができる。

【0058】請求項15に記載の発明の光学フィルターは、キラル化合物の光学活性を利用した光学フィルターであり、一方の鏡像異性体を過剰に含有することにより、一方の鏡像異性体に対応した円偏光成分を相対的に多く吸収し、逆方向の円偏光成分を相対的に多く透過する光学フィルターとすることができる。

【0059】

【発明の実施の形態】以下、本発明の具体的実施の形態を示し、本発明をさらに詳細に説明する。

（合成例1）（ヘキサヘリセン（化4）の合成）

2, 7-ビス（スチリル）ナフタレンの0.15g/1のトルエン溶液に、ヨウ素を少量添加し、高圧水銀灯で2時間光照射した。その後、シリカゲルカラムで分離し、ベンゼン/エタノールを溶媒として再結晶して、（±）-ヘキサヘリセンを得た。次いで、HPLC法により（±）-ヘキサヘリセンを光学分割した。得られた（+）-ヘキサヘリセン、（-）-ヘキサヘリセンの光学純度は99%であった。このヘキサヘリセンの吸収スペクトルを加熱しながら測定したところ、およそ200℃まで変化は認められず、熱安定性がよいことがわかった。

【0060】

（合成例2）（5-ニトロヘキサヘリセンの合成）

合成例1で得られたヘキサヘリセンの0.12重量%クロロホルム溶液に濃硝酸を加え、24時間還流した。次

いで溶媒を除去し、残渣をカラムクロマトグラフで分離し、四塩化炭素で再結晶して、5-ニトロヘキサヘリセンを得た。

【0061】（合成例3）（ノナヘリセンの合成）

文献 {Melvin Calvin (University of California, USA) による J. Am. Chem. Soc., Vol. 94(2), pp.494-498 (1972)} の方法を参考にして、1, 2-ジアリールエテン誘導体の濃度1mg/mlのトルエン溶液に、波長340nm~400nmの成分を含む近紫外線領域の円偏光を6時間程度照射して、光化学反応により直接光学活性なキラル化合物を得る絶対不斉合成法により行った。1, 2-ジアリールエテン誘導体としては、1,2-bis-(2-benzo(c)phenanthryl)ethyleneを用いた。円偏光は、波長390nmに対して調節された特性をもつ1/4波長板と、直線偏光板を組み合わせた円偏光手段に、高圧水銀ランプの光を照射して発生させた。

【0062】（合成例4）（トリデカヘリセンの合成）  
α-プロモ-2-メチルベンゾフェナンスレンのトリフェニルホスホニウム塩10gと、3, 6-ジフォルミルフェナンスレン2gをトルエン/メタノール（1:1）40mlに分散し、ナトリウム0.5gを無水エタノール80mlに溶解したものを滴下した。次いで、1時間還流後、徐冷しながら24時間攪拌した。得られた粉末を濾過し、メタノールで洗浄後、カラム精製して3, 6-二置換フェナンスレンを得た。得られた3, 6-二置換フェナンスレンの0.13g/1のトルエン溶液に、ヨウ素を少量添加し、高圧水銀灯で2.5時間光照射した。次いでカラムクロマトグラフで精製して、トリデカヘリセンを得た。

【0063】（実施例1）本実施例は、請求項8に記載の発明に対応する実施例である。図1は、本実施例を説明するための模式図である。10は背面電極などの光反射面、11は光源部、12は光学フィルター部を示している。光反射面10を有する光源部11として、本実施例では有機EL素子を用いている。従って、光源部11はキラル化合物の発光作用を利用する発光素子であり、キラル化合物の鏡像異性体のうち、一方の鏡像異性体を他方の鏡像異性体よりも過剰に含有している。

【0064】光学フィルター部12は、キラル化合物の鏡像異性体のうち、一方の鏡像異性体を他方の鏡像異性体よりも過剰に含有する光学フィルター部である。光源部11からは、光学フィルター部12側に向かって一次放射光13Rが放射される。また、光反射面10側に向かっては、一次放射光14Rが放射される。一次放射光13R及び14Rは、共に同じ方向の円偏光成分を相対的に多く含んでいる。一次放射光14Rは、光反射面10で反射されて、円偏光の方向が逆向きに変換され、反射光16Lとなる。この反射光16Lの円偏光方向は、光源部11において過剰に含有されている鏡像異性体によって吸収され易い円偏光とは逆の円偏光であるので、

光源部11での反射光16Lの再吸収は相対的に少なくなる。光源部11を透過した反射光16Lは光学フィルター部12に入射する。

【0065】光学フィルター部12には、光源部11から直接出射した一次放射光13Rと反射光16Lが入射する。光学フィルター部12は、光源部11から出射される円偏光成分を選択的に透過し、逆方向の円偏光成分を選択的に吸収するように、キラル化合物の一方の鏡像異性体を過剰に含有している。すなわち、光源部11に含有される鏡像異性体の旋光性が(−)であれば、光学フィルター部12に含有される鏡像異性体の旋光性は(+)となるように設定されている。従って、光学フィルター部12に入射する一次放射光13Rはほとんど吸収されず、これと逆方向の旋光性を有する反射光16Lは選択的に吸収される。従って、一次放射光13Rは光学フィルター部12を通過し、出射光15Rとして出射される。光学フィルター部12に含有するキラル化合物の鏡像異性体の光学純度を高めておくことにより、さらに純度の高い旋光性を有する出射光15Rを取り出すことができる。

【0066】なお、図1においては、光源部11と光反射面10とが離れているように図示しているが、これらは接触するように設けられていても同様の作用を示す。光源部11で生じた熱を光反射面10に熱伝導させて光反射面10から放熱させるためには、光源部11と光反射面10とが接触していることが好ましい。また、光源部11と光学フィルター部12も、互いに接触していてもよいし、離れていてもよい。

【0067】上述のように、本実施例では、光源部11及び光反射面10は接触しており、有機EL素子として構成されている。図2は、この有機EL素子を説明するための断面図である。なお、本実施例では、有機EL素子としているが、光源部11はキラル化合物を含有する発光素子であればよく、その他の発光原理による光源部であってもよい。

【0068】本実施例の有機EL素子9においては、図2に示すように、ガラス基板1の上には、透明電極2が形成されている。発光素子をマトリックス状に配置し表示ディスプレイとして用いる場合には、ガラス基板1上に複数の帯状の透明電極2をそれぞれ平行にパターンニングして形成する。透明電極2の上には、それぞれ有機材料からなる、ホール(正孔)注入輸送層3、発光層4、及び電子注入輸送層5が順次積層して形成されている。有機電界発光層8は、ホール注入輸送層3、発光層4、及び電子注入輸送層5から構成されている。電子注入輸送層5の上には背面電極6が形成されている。背面電極6の上には保護膜7が設けられている。以下、本実施例の有機EL素子9の製造工程について説明する。

#### 【0069】透明電極の形成

ガラス基板1上に、複数の帯状の透明電極2をそれぞれ

平行にパターンニングして形成する。透明電極2の膜厚は、例えば200nmとなるようにする。しかしながら、80nm〜3μmの範囲で変更可能であり、好ましくは100nm〜1μmの範囲で変更可能である。

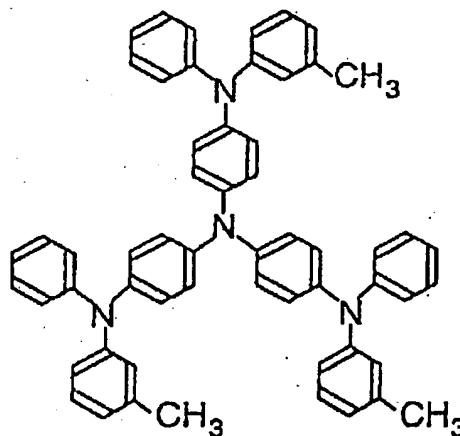
【0070】透明電極2を陽極として用いる場合には、インジウム錫酸化物(ITO)、酸化錫(SnO<sub>2</sub>)、金(Au)等の仕事関数の大きな導電性材料を用い得る。また、金を電極材料として用いた場合には、電極は半透明状態となる。この実施例では、透明電極2は、酸化インジウム錫(ITO)を用いて形成している。なお、パターンニングの方法は、FeCl<sub>3</sub>を含む塩酸水溶液によるウェットエッチング法による他、公知の方法を用いることができる。次に、透明電極2の清浄な表面が現れるまで、酸素を含む雰囲気中で紫外線照射により清浄化する。

#### 【0071】有機電界発光層の形成

透明電極2を形成したガラス基板1の上に、ホール注入輸送層3、発光層4、及び電子注入輸送層5をこの順序で真空蒸着法により形成する。ホール注入輸送層3は、化2に示す芳香族アミンの誘導体である4, 4', 4"-tris(3-methylphenylphenylamino)triphenylamine(通称MTDATA)から形成した。本実施例において、ホール注入輸送層3の厚みは35nmとなるようにした。ホール注入輸送層3の厚みは、一般には10nm〜160nmの範囲で変更可能である。MTDATAの分子のモル質量は789.04g/molである。

#### 【0072】

##### 【化2】

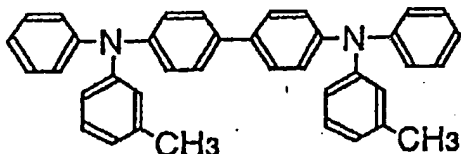


【0073】発光層4は、化3に示す芳香族アミンの誘導体であるN, N'-Diphenyl-N, N'-(3-methylphenyl)-1, 1'-biphenyl-4, 4'-diamine(通称TPD)を主成分として、また化4に示すヘキサヘリセンをドーパントとして含有させた混合物から形成した。ヘキサヘリセンとしては、光学純度が99%の(−)-ヘキサヘリセンを用い、重量比で6.5%混合させた。しかしながら、このドーパントの混合量は、例えば、0.01%〜75%の範囲で変更可能であり、好

ましくは0.65%~20%の範囲で変更可能であり、さらに好ましくは2.5%~10%の範囲で変更可能である。発光層4の厚みは16nmとした。発光層4の厚みは、一般には5nm~45nmの範囲で変更可能である。TPDの分子のモル質量は516.685g/molであり、ヘキサヘリセンの分子のモル質量328.41g/molである。

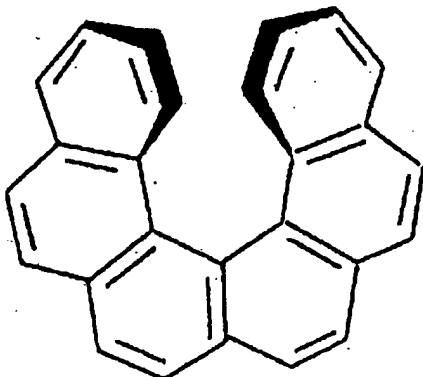
【0074】

【化3】



【0075】

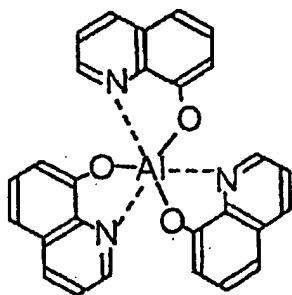
【化4】



【0076】電子注入輸送層5は、化5に示すAluminum tris(quinoline-8-olate) (通称AlqまたはAlq<sub>3</sub>) から形成した。電子注入輸送層5の厚みは38nmである。電子注入輸送層5の厚みは、一般に10nm~80nmの範囲で変更可能である。Alq<sub>3</sub>の分子のモル質量は459.44g/molである。

【0077】

【化5】



【0078】背面電極の形成

以上のようにして、ホール注入輸送層3、発光層4、及び電子注入輸送層5から構成される有機電界発光層8をガラス基板1上に形成した後、背面電極6を形成する。背面電極6は、透明電極2と交差するように、ステンレ

スチール製のシャドーマスクを用いて、真空蒸着法により所定のパターンに形成する。

【0079】背面電極6は、MgとInを重量比で9:1の比率で共蒸着した合金から形成した。Inの含有量は重量比で、0.01%~99%の範囲で変更可能であり、好ましくは1%~75%の範囲で変更可能であり、さらに好ましくは5%~25%の範囲で変更可能である。背面電極6の厚みは150nmとしているが、50nm~500nmの範囲で変更可能である。背面電極6の材質は上記のものに限定されず、例えば、Mgなどのアルカリ土類族元素を含む銀の合金や、Liなどのアルカリ金属元素を含むアルミニウムなどの合金を用いることができる。背面電極6としては、光源部11のキラル化合物から放射される一次放射光14Rに対する光反射率が高いものが好ましい。

【0080】保護膜の形成

保護膜7は、酸化珪素(SiO<sub>2</sub>)から形成した。保護膜7の厚みは150nmとした。保護膜7の厚みは、一般に50nm~500nmの範囲で変更可能であり、用いる材質により適宜変更することができる。保護膜7は真空蒸着法により形成した。

【0081】保護膜7は、水分や酸素等によって、背面電極6や有機電界発光層8が変質する現象を抑制する目的で設けられるものである。しかしながら、本発明の有機EL素子においては、必ずしも設ける必要はない。

【0082】光学フィルター部の形成

ガラス基板1の透明電極2と反対側の面の上に光学フィルター部を形成した。光学フィルター部は、光学純度95%の(+) -ノナヘリセンから形成した。従って、発光素子4中にドーバントとして含有されるキラル化合物である(-) -ヘキサヘリセンと逆方向の旋光性を有するキラル化合物を用いている。光学フィルター部は、真空蒸着法により、膜厚が30nmとなるように形成した。光学フィルター部の膜厚は、一般に10nm~200nmの範囲で変更可能である。

【0083】本実施例では、光学フィルター部をガラス基板1の透明電極2と反対側の面上に形成しているが、本発明はこれに限定されるものではなく、例えば、ガラス基板1の上に光学フィルター部を形成した後、この上に透明電極2を形成し、さらにその上に有機電界発光層8及び背面電極6を積層してもよい。

【0084】有機EL素子の特性評価

上記有機EL素子においては、帯状の第1電極である複数の透明電極2と、該透明電極2と交差するように形成された第2電極である複数の背面電極6の幅をそれぞれ1mmとしており、従って、1画素あたりの発光部分の面積は1mm<sup>2</sup>となっている。このような有機EL素子について評価を行ったところ、10V以下の印加電圧でヘキサヘリセンのエレクトロルミネッセンスに起因する青色の発光が得られた。光学フィルター部12を通過し

て出射した最終放射光15Rは、右回りの円偏光であり、その純度は95%以上であった。

【0085】また、上記の素子に常に一定の電流が流れるように直流電圧を制御して印加する、直流定電流密度連続発光試験を行った。約20℃～30℃の温度の室内で電流密度を5mA/cm<sup>2</sup>として、連続発光させると、24時間後の輝度は、初期輝度の70%以上であり、その後の輝度の減少は緩やかであった。

【0086】(比較例1)ヘキサヘリセンの代わりに、ヘキサヘリセンと近縁の化合物であるがキラル化合物ではないコロネン(ヘキサベンゾベンゼンとも呼ばれる)を用い、上記実施例1と同様にして光学フィルター部材を備えた有機EL素子を製造した。この有機EL素子では青緑色の発光が得られた。この発光色は、光の3原色とは異なる色調であるので、フルカラーディスプレイに適用する目的には用いることが困難である。また、上記実施例1と同様にして、約20℃～30℃の温度の室内で、電流密度を5mA/cm<sup>2</sup>として、連続発光させたところ、24時間後の輝度は、初期輝度の約10%まで急速に減少した。その後の輝度の減少は比較的緩やかであったが、実用的な水準の連続発光寿命は到底得られずになかった。

【0087】なお、この比較例1とは構成が異なるが、同じくコロネンを発光材料として用いた例に、T. Sanoらの文献(Synthetic Metals, Vol. 91, pp. 27-30(1997))がある。この例においても、コロネンを用いた有機EL素子の性能は比較的低いとされている。

【0088】(実施例2)本実施例は、請求項1、請求項2、及び請求項7に対応する実施例である。上記実施例1において、光学フィルター部12を取り除いた構成である点を除いて、上記実施例1と同様である。

【0089】本実施例の構成は、特に、純度の高い円偏光を得る必要がなく、光学活性なキラル化合物を光源に用いて、再吸収による損失を低減しようとする場合に適している。すなわち、背面電極で反射した反射光が発光層中に入射する際に、発光材料であるキラル化合物によって再吸収されるとき吸収率を低減することができる。このことについて図1を参照して説明すると、光源部11から光反射面10に向かって出射した一次放射光14Rは右回りの円偏光であるが、光反射面10で反射することにより左回りの円偏光の反射光16Lに変換される。光源部11においては(－)－ヘキサヘリセンが(＋)－ヘキサヘリセンよりも過剰に含まれているが、この左回りの円偏光である反射光16Lは(＋)－ヘキサヘリセンによって吸収されるが、(－)－ヘキサヘリセンによっては吸収され難い。従って、光源部11における吸収が低減されるため、再吸収による損失を減少することができる。

【0090】本実施例では、実施例1と同様に光学純度99%の(－)－ヘキサヘリセンを用いており、青色の

発光出力の輝度は、ヘキサヘリセンのラセミ混合物を用いた場合(実施例3)に比べて、5%以上向上するのが確認された。また、出射光(図1における一次放射光13Rと反射光16Lの合成されたもの)の青色発光出力は、実施例1と同様に右回りの円偏光が主成分であったが、その純度は約65%であった。実施例1の95%以上に比べ低くなっているのは、左回りの円偏光である反射光16Lが含まれているためである。

【0091】キラル化合物として、(－)－ヘキサヘリセンに代えて、光学純度99%の(＋)－ヘキサヘリセンを用いて、それ以外は上記と同様に有機EL素子を作製し、検討したところ、発光出力の主成分が左回りの円偏光となる点を除いては、全く同様の効果が得られた。

【0092】(実施例3)本実施例は、請求項3に記載の発明に対応する実施例である。キラル化合物として、(－)－ヘキサヘリセンの代わりに、(－)－ヘキサヘリセンと(＋)－ヘキサヘリセンとを等量含む、ヘキサヘリセンのラセミ混合物を用いる以外は、上記実施例2と同様に有機EL素子を製造した。上記実施例2と同様に青色の発光が得られたが、偏光性は認められなかった。

【0093】また、ラセミ混合物として含有されているので、上記実施例2のように、反射光の再吸収を低減し、光損失を減少する効果は得られないが、発光層内の再吸収はキラル化合物でないものに比べ低減しているものと思われる。すなわち、(－)の異性体から発光した光は(－)の異性体に吸収されるが、(＋)の異性体には吸収され難い。同様に(＋)の異性体から発光した光は(＋)の異性体には吸収されるが、(－)の異性体には吸収され難い。吸収度は濃度に比例するので、ラセミ混合物の場合それぞれの濃度は1/2となる。従って、ラセミ混合物でないものに比べ、発光層内での再吸収を低減することができ、高い発光効率を得ることができる。なお、このような効果は、光学純度が高くなり、一方の鏡像異性体の含有量が増加するにつれて低減する。

【0094】(実施例4)本実施例は、請求項10～12に記載の発明に対応する実施例である。具体的には、実施例1の光学フィルター部を円偏光手段に置き換えた構成であり、実施例2に円偏光手段を加えた構成である。本実施例の構成は、特に、コントラストの高い表示を得ようとする場合に適している。

【0095】図3は、本実施例の円偏光手段を備えた有機EL素子の構造を示す断面図である。透明基板1の一方面上には、透明電極2、ホール注入輸送層3、発光層4、電子注入輸送層5、背面電極6が、上記実施例1と同様に形成され、有機EL素子9が構成されている。なお、ここでは保護膜7は形成されていない。透明基板1の透明電極2と反対側の面上には、複屈折板21

及び22からなる2枚積層広帯域1/4波長板23(日東電工株式会社製)と直線偏光板24を貼り合わせたものが接着されている。接着は、ホットメルト接着剤または光硬化型接着剤を用いて、およそ数分間以内に所定の接着強度が得られる方法を用いることが、位置決め精度の向上や生産速度の向上の点で好ましい。また、接着剤による光の吸収や散乱などの損失を避けるため、1/4波長板23の周辺部のみに接着剤を塗布して基板1と接着するのが好ましい。

【0096】ここで、第1の複屈折板21と、第2の複屈折板22とは、互いに板厚が異なっていて、複屈折分散を異ならせている。そして、位相差が相殺されるように貼り合わせると、2波長で位相差量を任意の値にすることが可能であり、ほぼ可視光全域で1/4波長の位相差を得ることができるようになる。なお、複屈折板21と複屈折板22との間、及び複屈折板22と直線偏光板24との間には、空間が存在していてもよい。なお、円偏光手段20は、必ずしも透明電極2と反対側の基板1の面上に設ける必要はなく、例えば、基板1と透明電極2の間に設けてもよい。

【0097】図4は、図3に示す円偏光手段を備える有機EL素子において、高いコントラストが得られる作用効果を説明するための模式図である。外部光25は、直線偏光板24を通り、縦方向直線偏光26に変換され、さらに1/4波長板23を通過することにより、右回りの円偏光27に変換される。この右回りの円偏光27は、有機EL素子9の背面電極6の内面で反射され、逆方向の円偏光、すなわち左回りの円偏光に変換された反射光28となる。この反射光28は1/4波長板23を通過することにより、横方向直線偏光29に変換されるが、この横方向直線偏光29は直線偏光板24を通過できないので、直線偏光板24内で吸収されて主に熱エネルギーに変換される。なお直線偏光板24は、本実施例においては発光素子の最も外側に位置するので、容易に放熱することができる。

【0098】以上のように、外部光25は発光素子内部に入射するが、発光素子内部で反射して外部に出射することはない。このため、ディスプレイとして明るい場所で用いる場合においても、コントラストが低下し難い発光素子とすることができる。

【0099】図5は、本実施例の発光素子において、光の利用効率が高くなることを説明するための模式図である。光学活性なキラル化合物を含有した発光層4から出射した光31は右回りの円偏光を有しており、1/4波長板23によって縦方向直線偏光32に変換され、この縦方向直線偏光32は、直線偏光板24を通過し最終出射光33と出射される。従って、ほとんど損失なく外部に出射することができる。キラル化合物でない従来の発光材料を用いた場合には、円偏光手段20によって損失が発生し、光の利用効率が低減する。これに比べ、本実

施例ではほとんど損失なく光を取り出すことができる。本実施例では、上述のように、外部光の背面電極での反射をほぼ完全に抑制することができ、例えば光反射率を3%以下にまで低減することができる。

【0100】(実施例5)(-)ヘキサヘリセンの代わりに、光学純度95%の(-)-ノナヘリセンを用いた以外は、上記実施例2と同様にして発光素子を作製した。得られた発光素子からは、(-)-ノナヘリセンのエレクトロルミネッセンスに起因する緑色の円偏光性発光が得られた。

【0101】(実施例6)(-)ヘキサヘリセンの代わりに、光学純度95%の(-)-トリデカヘリセンを用いた以外は、上記実施例2と同様にして発光素子を作製した。得られた発光素子からは、(-)-トリデカヘリセンのエレクトロルミネッセンスに起因する赤色の円偏光性発光が得られた。

【0102】(実施例7)(-)ヘキサヘリセンの代わりに、光学純度95%の(-)-5-ニトロヘキサヘリセンを用いた以外は、上記実施例2と同様にして発光素子を作製した。得られた発光素子からは、(-)-5-ニトロヘキサヘリセンのエレクトロルミネッセンスに起因する青色の円偏光性発光が得られた。

【0103】(実施例8)本実施例は、請求項13に記載の発明に対応する実施例である。図6は、本実施例の発光素子の構造を示しており、実施例1に示す発光素子の光学フィルター部12の前面に、出射光の特定の波長成分を選択的に透過する波長選択手段であるカラーフィルター30が設けられている。このカラーフィルター30は、出射光である青色光を透過する青色フィルターであり、緑色及び赤色に対する光透過率は50%以下である。このような波長選択手段であるカラーフィルター30を設けることにより、発光素子内部に入射する外部光を低減することができると共に、外部光の反射率を低減することができ、高いコントラストを得ることができる。

【0104】(実施例9)本実施例は、請求項4~7に記載の発明に対応する実施例である。図7は、本実施例の波長変換型発光素子を示す概略側面図であり、特開平10-189242号公報に開示された波長変換型発光素子とほぼ同様の構造を有するものである。図8は、この波長変換型発光素子の平面図を示している。光透過性基板40の下方には、発光ダイオード50が設けられている。発光ダイオード50は、バファ層51、下地層52、発光層53、クラッド層54、コンタクト層55、n型電極56、p型電極57、及び保護膜58から構成されている。光透過性基板40の上には、発光ダイオード50から出射された紫外線を波長変換するための波長変換部3R、3G、及び3Bが設けられている。これらの波長変換部は、図8に示すようにストライプ状に、かつ規則的に設けられている。波長変換部3Rは紫

外線を赤色の蛍光Rに変換し、波長変換部3Gは、紫外線を緑色の蛍光Gに変換し、波長変換部3Bは紫外線を青色の蛍光Bに変換する。従って、波長変換部3Rに含有させるキラル化合物としては例えばトリデカヘリセンが挙げられ、波長変換部3Gに含有させるキラル化合物としては例えばノナヘリセンが挙げられ、波長変換部3Bに含有させるキラル化合物としては例えばヘキサヘリセンが挙げられる。

【0105】これらの波長変換部に含有させるキラル化合物として、一方の鏡像異性体が過剰に含まれるキラル化合物を用いることにより、これらの波長変換部から出射される蛍光に円偏光成分を含ませることができる。従って、立体画像表示ディスプレイなどの表示ディスプレイとしても有用である。

【0106】また、キラル化合物としてラセミ混合物を用いた場合にも、光の再吸収が少なくなるので、光の変換効率を高めることができる。また、分子の凝集などの物理的变化が起こり難いので、保存耐久性や素子の寿命を向上させることができる。

【0107】上記実施例においては、有機電界発光層として、ホール注入輸送層、発光層、及び電子注入輸送層からなる構造のものを例示したが、本発明はこの積層構造に限定されるものではなく、その他の積層構造のものにも適用され得るものである。また、実施例において使用した発光材料、ドーピング材料、正孔輸送材料、電子輸送材料、陽極材料、陰極材料等に限定されるものではなく、また製造工程も実施例の製造工程に限定されるものではない。

【0108】

【発明の効果】本発明によれば、ヘリセン誘導体などのキラル化合物を用いているので、分子の凝集などの物理的变化が起こり難く、保存耐久性や連続発光時の素子の寿命が向上するなどの効果を奏する。特に、素子の駆動時の電流リーク、部分的な非発光部の出現や成長を抑えた高信頼性の発光素子を実現することができる。

【0109】また、電子のエネルギー準位を適切な状態となるように設計し易いヘリセン誘導体を、発光素子の電荷輸送層や発光層、波長変換層に用いると、種々の発光色を有する発光素子を実現することが容易となり、また発光効率を向上させることができる。

【0110】また、キラル化合物を用いると、発光素子からの発光や波長変換光を一方の電極を透過させて一方向に取り出し、取り出す方向と反対方向に進行する発光を他方の電極で反射させて利用する場合に、発光や波長変換光が、発光体や波長変換体によって再吸収されてしまうことによる損失を少なくすることができる。また、この場合、再吸収による光源部の温度上昇も避けられるの

で、発光素子の寿命などの信頼性が向上する。

【0111】さらに、光学活性なキラル化合物を用いると、立体画像表示ディスプレイなどの光源として用いる場合に、有用な偏光成分からなる発光を得られ易いという効果を奏する。

【0112】さらに、光射出面に円偏光手段を設けると、素子射出面から入射した外部からの光の素子内部での反射を大幅に減少させることができ、表示画像等のコントラストを著しく改善できる効果を奏すると共に、目的とする放射光の円偏光手段による吸収損失を低減できる効果を奏する。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施例の発光素子を示す模式図。

【図2】図1に示す実施例における有機EL素子の構造を示す断面図。

【図3】本発明の他の実施例の発光素子を示す断面図。

【図4】本発明の他の実施例の発光素子の作用効果を説明するための模式図。

【図5】本発明の他の実施例の発光素子の作用効果を説明するための模式図。

【図6】本発明のさらに他の実施例の発光素子を示す模式図。

【図7】本発明のさらに他の実施例の波長変換型発光素子を示す概略側面図。

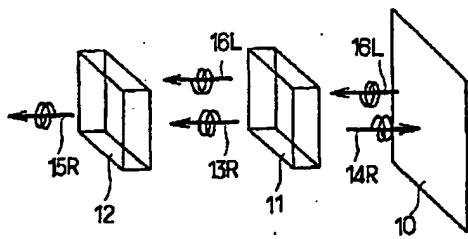
【図8】本発明のさらに他の実施例の波長変換型発光素子を示す平面図。

【符号の説明】

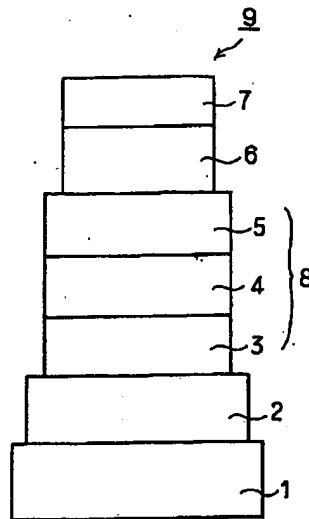
- 1…透明基板
- 2…透明電極
- 3…ホール注入輸送層
- 4…発光層
- 5…電子注入輸送層
- 6…背面電極
- 7…保護膜
- 8…有機電界発光層
- 9…有機EL素子
- 10…光反射面
- 11…光源部
- 12…光学フィルター部
- 20…円偏光手段
- 23…1/4波長板
- 24…直線偏光板
- 30…カラーフィルター
- 40…光透光性基板
- 50…発光ダイオード
- 3R, 3G, 3B…光波長変換部



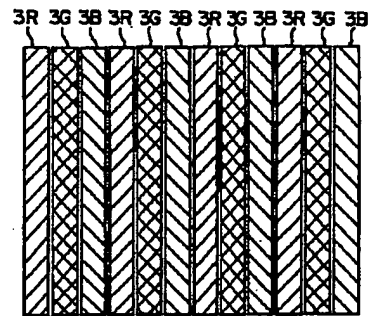
【圖1】



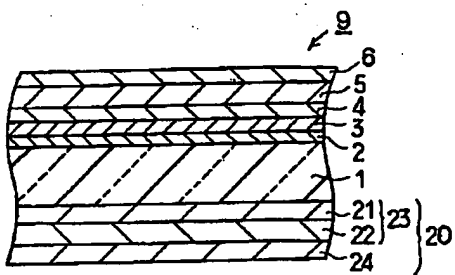
【圖2】



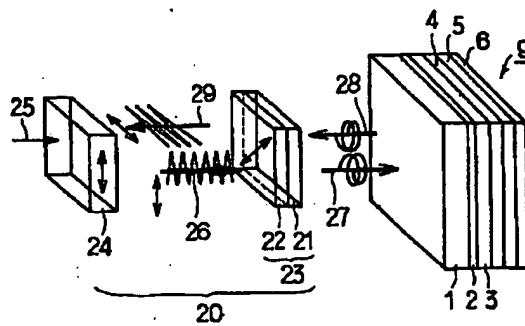
【圖8】



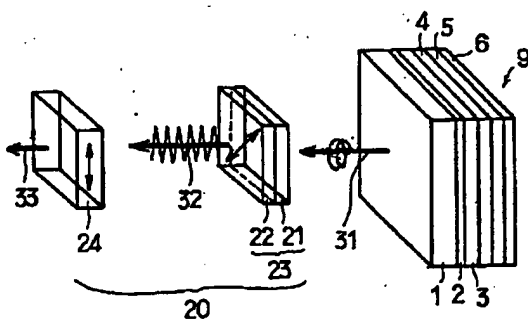
【圖3】



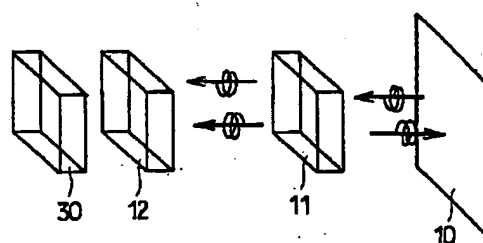
【圖4】



【圖5】



【圖6】



【図7】

